

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-197709

(43)Date of publication of application : 19.07.2001

(51)Int.Cl.

H02K 15/085

(21)Application number : 2000-006362

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 12.01.2000

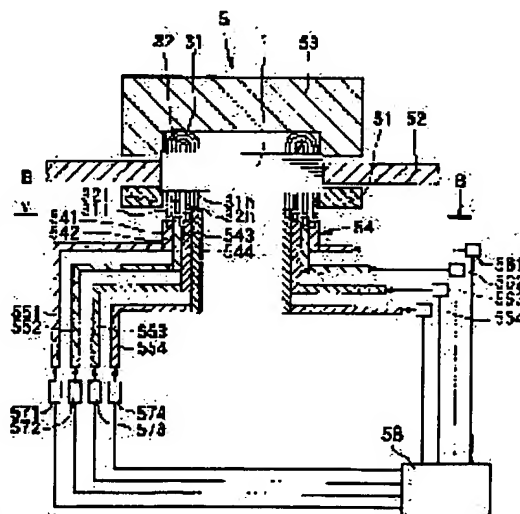
(72)Inventor : TAKAHASHI MAKOTO
SUGIYAMA MASARU
KAMAKURA YOICHI

(54) METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING STATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the shape of the electric conductor of each layer after twisting a desired one, when a stator is manufactured by arranging electric conductors formed into segments so as to form a plurality of layers in radial directions in slots, and twisting these electric conductors.

SOLUTION: The parts to be held 31h, 31i, 32h, 32i of electric conductors 31, 32 are held by twisting means 5 which twists parts of the electric conductors 31, 32 projecting outside slots. These held parts are moved in the circumferential direction of a stator core 1, and along with it moved independently for each layer in the axial direction of the core. Consequently, it becomes possible to perform positioning for the parts to be held after a twisting process in the axial direction of the core.



1:ステータコア
5:ステータコイル束U結露
31, 32:セグメント

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3589134

[Date of registration] 27.08.2004

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-197709

(P2001-197709A)

(43) 公開日 平成13年7月19日 (2001.7.19)

(51) Int.Cl.
H 0 2 K 15/085

識別記号

F I
H 0 2 K 15/085キーワード(参考)
5 H 6 1 5

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-6362(P2000-6362)

(22) 出願日 平成12年1月12日 (2000.1.12)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 高橋 誠

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 杉山 優

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

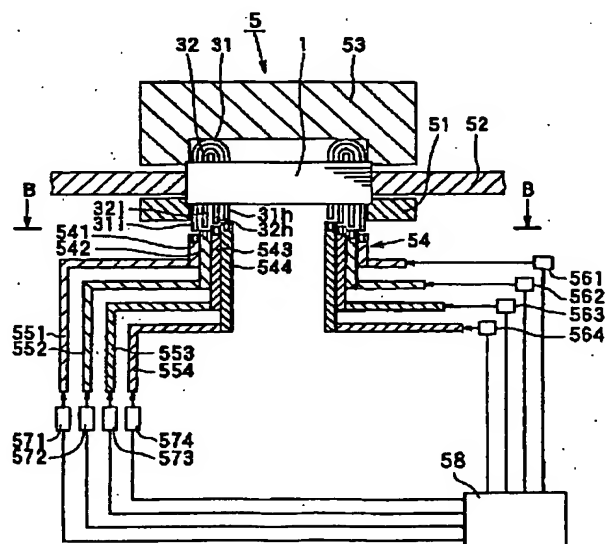
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステータ製造方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 セグメント化された電気導体をスロット内において径方向に複数の層を形成するように配置し、この電気導体を捻るステータ製造方法において、捻り工程後の各層の電気導体の形状を所望の形状にする。

【解決手段】 電気導体31、32においてスロット外に突出する部位を捻る捻り手段5により、電気導体31、32の被保持部31h、31i、32h、32iを保持し、この保持部を、ステータコア1の周方向に移動させるとともに、コア軸方向に各層毎に独立して移動させる。これによると、被保持部をコア軸方向に各層毎に独立して移動させるため、捻り工程後の被保持部のコア軸方向位置決めも可能になり、従って、捻り工程後の各層の電気導体31、32の形状を、種々の要求に合致した所望の形状にすることができる。



1: ステータコア
5: ステータコイル捻り装置
31, 32: セグメント

【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数のスロット(2)が周方向に並んで設けられた環状のステータコア(1)に、セグメント化された電気導体(3、31、32)を前記スロット内において径方向に複数の層を形成するように配置し、その後前記電気導体における前記スロット外に突出する外部導体部(31f、31g、31h、31i、32f、32g、32h、32i)を捻るステータ製造方法において、

前記外部導体部の被保持部(31h、31i、32h、32i)を前記複数の層の各層毎に保持して前記外部導体部を捻る捻り手段(5)により、前記被保持部を、コア周方向に移動させるとともに、コア軸方向に前記各層毎に独立して移動させることを特徴とするステータ製造方法。

【請求項2】 前記被保持部(31h、31i、32h、32i)における前記コア軸方向の被保持部端面(31k、31m、32k、32m)から前記ステータコア(1)の端部までの前記コア軸方向の突出高さ(H1~H4)が、前記各層の外層側ほど高くなるようにして、前記電気導体(3、31、32)を前記スロット(2)内に配置することを特徴とする請求項1に記載のステータ製造方法。

【請求項3】 前記電気導体(3、31、32)を前記スロット内に配置した後、

前記被保持部を、前記コア周方向に各層とも同一角度移動させるとともに、前記突出高さが各層とも等しくなる位置まで、前記コア軸方向に各層毎に独立して移動させることを特徴とする請求項2に記載のステータ製造方法。

【請求項4】 前記被保持部(31h、31i、32h、32i)から前記ステータコア(1)の端部までの前記コア軸方向の被保持部距離(LH)が、前記各層とも等しくなるようにして、前記捻り手段(5)により前記被保持部を保持することを特徴とする請求項1に記載のステータ製造方法。

【請求項5】 前記捻り手段(5)により前記被保持部を保持した後、

前記被保持部を、前記コア周方向に各層とも同一角度移動させるとともに、前記被保持部距離が外層側ほど短くなるように、前記コア軸方向に各層毎に独立して移動させることを特徴とする請求項4に記載のステータ製造方法。

【請求項6】 前記被保持部(31h、31i、32h、32i)から前記ステータコア(1)の端部までの前記コア軸方向の被保持部距離(LH1~LH4)が、外層側ほど長くなるようにして、前記捻り手段(5)により前記被保持部を保持することを特徴とする請求項1または2に記載のステータ製造方法。

【請求項7】 前記捻り手段(5)により前記被保持部

を保持した後、

前記被保持部を、前記コア周方向に各層とも同一角度移動させるとともに、前記被保持部距離が各層とも等しくなる位置まで、前記コア軸方向に各層毎に独立して移動させることを特徴とする請求項6に記載のステータ製造方法。

【請求項8】 前記被保持部(31h、31i、32h、32i)における前記コア周方向の側面を、前記捻り手段(5)により挟み込んで保持することを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1つに記載のステータ製造方法。

【請求項9】 前記捻り手段(5)は、前記被保持部(31h、31i、32h、32i)における前記コア軸方向の被保持部端面(31k、31m、32k、32m)に接触した状態で、前記外部導体部(31f、31g、31h、31i、32f、32g、32h、32i)を捻ることを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1つに記載のステータ製造方法。

【請求項10】 前記捻り手段(5)の前記コア軸方向の移動位置に追従して、前記被保持部が前記コア軸方向に移動することを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1つに記載のステータ製造方法。

【請求項11】 前記捻り手段(5)は、前記外部導体部(31f、31g、31h、31i、32f、32g、32h、32i)を捻る際の、前記被保持部における前記コア軸方向の被保持部端面(31k、31m、32k、32m)の移動位置に追従して、前記コア軸方向に移動することを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1つに記載のステータ製造方法。

【請求項12】 前記捻り手段(5)は、前記被保持部(31h、31i、32h、32i)が挿入される断面形状が略コの字状の保持部(541b、542b、543b、544b)を有し、この保持部に前記被保持部を挿入して前記外部導体部(31f、31g、31h、31i、32f、32g、32h、32i)を捻ることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1つに記載のステータ製造方法。

【請求項13】 前記被保持部(31h、31i、32h、32i)を前記コア周方向および前記コア軸方向に移動させた後、

前記被保持部における前記コア軸方向の被保持部端面(31k、31m、32k、32m)から前記ステータコア(1)の端部までの前記コア軸方向の突出高さが、前記各層とも等しくなるように、前記被保持部端面の除去加工を行うことを特徴とする請求項1ないし12のいずれか1つに記載のステータ製造方法。

【請求項14】 多数のスロット(2)が周方向に並んで設けられた環状のステータコア(1)に、セグメント化された電気導体(3、31、32)を前記スロット内において径方向に複数の層を形成するように配置し、前

記電気導体における前記スロット外に突出する外部導体部(31f、31g、31h、31i、32f、32g、32h、32i)を捻るステータ製造装置において、

前記外部導体部の被保持部(31h、31i、32h、32i)を前記複数の層の各層毎に保持して、コア周方向及びコア軸方向に相対的に移動可能な複数の捻り治具(541~544)と、

前記捻り治具を前記コア周方向に駆動する周方向駆動部(561~564)と、

前記捻り治具を前記コア軸方向に前記各層毎に独立して駆動する軸方向駆動部(571~574)とを備えることを特徴とするステータ製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転電機のステータ製造方法に関し、特に乗用車、トラック等に搭載される車両用交流発電機のステータコイルの捻り方法に適用されるものである。

【0002】

【従来の技術】従来、車両用交流発電機の高出力化の要請に応えるため、ステータコアに設けられた複数のスロットに、I字状またはU字状のセグメント化された電気導体を同一方向から差し込み、それらを接合することによりステータコイルを形成するものが提案されている。この構成では、セグメント化された電気導体を規則的に並べることができるため、スロット内の電気導体を高占積率化することができ、高出力化が可能となる。

【0003】上記のような、複数のセグメント化された電気導体からステータコイルを形成するためには、電気導体の端部を他の電気導体の端部と接合する必要がある。そして、国際公開第92/06527号パンフレット(1992)においては、ステータコアに挿入された複数の電気導体を接合して、ステータコイルを形成する製法が示されている。

【0004】上記国際公開パンフレットに記載の従来技術では、一つのスロット内の内周側と外周側とにそれぞれ2本ずつの電気導体が挿入されている。そして、図15に示すように、ステータコア1のスロットの一端から出た内周側の電気導体(セグメント)131と外周側の電気導体(セグメント)132のそれぞれの直線部は、捻り治具154a、154bによって互いにコア周方向に逆向きに半磁極ピッチ($T/2$)分捻られる。そして、半磁極ピッチ分捻られた状態で、ステータコアの径方向に隣接する電気導体の端部どうしを接合することにより、ステータコイルが形成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術では、捻り治具154a、154bはコア周方向の動きのみを行っているため、捻り工程後の電気導体の

端部の、コア周方向の位置決めは行えるものの、捻り工程後の電気導体の端部の、コア軸方向の位置決めは行えなかった。

【0006】そして、捻り治具をコア周方向に同一角度回転させると、電気導体の端部は外周側に配置されたものほど大きく移動するため、例えば電気導体における捻り工程前のコア軸方向の突出高さが各層とも同一の場合、捻り工程後の突出高さは外周側に配置されたものほど低くなってしまふ。

【0007】従って、上記従来技術のように、捻り治具154a、154bをコア周方向のみに回転させるものでは、捻り工程後の電気導体端部のコア軸方向位置決めができないため、捻り工程後の各層の電気導体の形状を、種々の要求に合致した所望の形状にすることが困難であった。

【0008】本発明は上記問題に鑑みなされたものであり、セグメント化された電気導体をスロット内において径方向に複数の層を形成するように配置し、この電気導体を捻るステータ製造方法において、捻り工程後の各層の電気導体の形状を所望の形状にすることが可能なステータ製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、セグメント化された電気導体(3、31、32)をスロット内において径方向に複数の層を形成するように配置し、その後電気導体におけるスロット外に突出する外部導体部(31f、31g、31h、31i、32f、32g、32h、32i)を捻るステータ製造方法において、外部導体部の被保持部(31h、31i、32h、32i)を複数の層の各層毎に保持して外部導体部を捻る捻り手段(5)により、被保持部を、コア周方向に移動させるとともに、コア軸方向に各層毎に独立して移動させることを特徴とする。

【0010】これによると、外部導体部の被保持部をコア軸方向に各層毎に独立して移動させるため、捻り工程後の被保持部のコア軸方向位置決めも可能になり、従って、捻り工程後の各層の外部導体部の形状を、種々の要求に合致した所望の形状にすることが可能である。

【0011】請求項2に記載の発明では、被保持部(31h、31i、32h、32i)におけるコア軸方向の被保持部端面(31k、31m、32k、32m)からステータコア(1)の端部までのコア軸方向の突出高さ(H1~H4)が、各層の外層側ほど高くなるようにして、電気導体(3、31、32)をスロット(2)内に配置することを特徴とする。

【0012】これによると、被保持部のコア周方向移動量が外層側ほど多くなる点を考慮して、捻り工程前の突出高さを外層側ほど高くしておき、また、被保持部のコア軸方向の移動量を各層毎に設定することにより、捻り

工程後における突出高さを各層とも等しくすることが可能である。

【0013】請求項3に記載の発明では、電気導体(3、31、32)をスロット内に配置した後、被保持部を、コア周方向に各層とも同一角度移動させるとともに、突出高さが各層とも等しくなる位置まで、コア軸方向に各層毎に独立して移動させることを特徴とする。

【0014】これによると、捻り工程後における突出高さが各層とも等しくなるため、隣りあう被保持部の接合を容易かつ確実に行うことができる。

【0015】請求項4に記載の発明では、被保持部(31h、31i、32h、32i)からステータコア(1)の端部までのコア軸方向の被保持部距離(LH)が、各層とも等しくなるようにして、捻り手段(5)により被保持部を保持することを特徴とする。

【0016】これによると、捻り工程後の被保持部のコア軸方向の位置を各層毎に異ならせることができる。

【0017】請求項5に記載の発明では、捻り手段(5)により被保持部を保持した後、被保持部を、コア周方向に各層とも同一角度移動させるとともに、被保持部距離が外層側ほど短くなるように、コア軸方向に各層毎に独立して移動させることを特徴とする。

【0018】ところで、一般的な交流発電機では、冷却風がステータコア1の内周側から外周側に向かって径方向に流れるようになっている。そして、請求項5に記載の発明によれば、捻り工程後の被保持部のコア軸方向の位置が各層毎に異なり、ステータコア内周側から見た場合の、各層の外部導体部の非重なり部分が増加する。従って、各層の外部導体部に冷却風が当たりやすくなり、電気導体の冷却性を向上することができる。

【0019】請求項6に記載の発明では、被保持部(31h、31i、32h、32i)からステータコア(1)の端部までのコア軸方向の被保持部距離(LH1~LH4)が、外層側ほど長くなるようにして、捻り手段(5)により被保持部を保持することを特徴とする。

【0020】これによると、被保持部のコア周方向移動量が外層側ほど多くなる点を考慮して、捻り工程前の被保持部距離を外層側ほど長くしておき、また、被保持部のコア軸方向の移動量を各層毎に設定することにより、捻り工程後における被保持部距離を各層とも等しくすることが可能である。

【0021】請求項7に記載の発明では、捻り手段(5)により被保持部を保持した後、被保持部を、コア周方向に各層とも同一角度移動させるとともに、被保持部距離が各層とも等しくなる位置まで、コア軸方向に各層毎に独立して移動させることを特徴とする。

【0022】これによると、捻り工程後の被保持部距離を各層とも等しくすることができる。

【0023】請求項8に記載の発明では、被保持部(31h、31i、32h、32i)におけるコア周方向の

側面を、捻り手段(5)により挟み込んで保持することを特徴とする。

【0024】これによると、被保持部におけるコア周方向の両側面を拘束した状態で捻り工程を実行するため、捻り工程中に被保持部が捻り手段内で滑るのを防止でき、従って、被保持部に傷が付くのを防止することができる。

【0025】請求項9に記載の発明では、捻り手段(5)は、被保持部(31h、31i、32h、32i)におけるコア軸方向の被保持部端面(31k、31m、32k、32m)に接触した状態で、外部導体部(31f、31g、31h、31i、32f、32g、32h、32i)を捻ることを特徴とする。

【0026】これによると、被保持部端面に接触した状態で捻り工程を実行するため、捻り工程中に被保持部が捻り手段内で滑るのを防止でき、従って、被保持部に傷が付くのを防止することができる。

【0027】請求項10に記載の発明のように、捻り手段(5)のコア軸方向の移動位置に追従して、被保持部をコア軸方向に移動させてもよい。

【0028】請求項11に記載の発明のように、外部導体部を捻る際の、被保持部におけるコア軸方向の被保持部端面(31k、31m、32k、32m)の移動位置に追従して、捻り手段(5)をコア軸方向に移動させてもよい。

【0029】請求項12に記載の発明では、捻り手段(5)は、被保持部(31h、31i、32h、32i)が挿入される断面形状が略コの字状の保持部(541b、542b、543b、544b)を有し、この保持部に被保持部(31h、31i、32h、32i)を挿入して外部導体部を捻ることを特徴とする。

【0030】これによると、保持部の構造が簡単な捻り手段を用いることができる。

【0031】請求項13に記載の発明では、被保持部(31h、31i、32h、32i)をコア周方向およびコア軸方向に移動させた後、被保持部におけるコア軸方向の被保持部端面(31k、31m、32k、32m)からステータコア(1)の端部までのコア軸方向の突出高さが、各層とも等しくなるように、被保持部端面の除去加工を行うことを特徴とする。

【0032】これによると、捻り工程後の除去加工により各層の突出高さを等しくしているため、隣りあう被保持部の接合を容易かつ確実に行うことができる。

【0033】請求項14に記載の発明では、セグメント化された電気導体(3、31、32)をスロット内において径方向に複数の層を形成するように配置し、電気導体におけるスロット外に突出する外部導体部(31f、31g、31h、31i、32f、32g、32h、32i)を捻るステータ製造装置において、外部導体部の被保持部(31h、31i、32h、32i)を複数の

層の各層毎に保持して、コア周方向及びコア軸方向に相対的に移動可能な複数の捻り治具（541～544）と、捻り治具をコア周方向に駆動する周方向駆動部（561～564）と、捻り治具をコア軸方向に各層毎に独立して駆動する軸方向駆動部（571～574）とを備えることを特徴とする。

【0034】これによると、捻り治具はコア周方向だけでなくコア軸方向にも移動可能で、しかも、捻り治具はコア軸方向に各層毎に独立して駆動されるため、捻り工程後の各層の外部導体部を、種々の要求に合致した所望の形状に加工することができる。

【0035】なお、上記した括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示すものである。また、本明細書では、ステータコアの周方向をコア周方向と言い、ステータコアの軸方向をコア軸方向と言う。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。

【0037】（第1実施形態）本発明の第1実施形態にかかるステータ製造方法を車両用交流発電機に適用した例を図1から図10に基づいて説明する。図1はステータコアへのセグメントの挿入工程を示す斜視図、図2はステータコアへ挿入する前（セグメント製造工程終了時）のセグメントの形状を示す斜視図、図3はセグメントの最終形状を示す斜視図、図4はスロット内におけるセグメントの収容状態を示す断面図、図5はセグメントをステータコアの外周側から見た図である。

【0038】本実施形態の車両用交流発電機のステータは、環状のステータコア1と、ステータコア1に形成されたスロット2内に配置された電気導体3により形成されるステータコイルと、ステータコア1と電気導体3との間を電気絶縁する絶縁フィルム4とで構成される。

【0039】ステータコア1には、多相のステータコイルを収容できるように、複数のスロット2が周方向に並んで設けられている。本実施形態では、3相のステータコイルを収容するように、36本のスロット2が等間隔に配置されている。ステータコア1のスロット2内に配置される電気導体3は、U字状に形成された1本1本のセグメントとして把握することができ、このU字状のセグメントは、図2に示されるような大セグメント31と小セグメント32の2種類がある。

【0040】各セグメント31、32は、内層側と外層側がターン部31a、32aによって連結されている。このターン部31a、32aから他端側に向かって延びる両側の片には、スロット2の外に突出して配置される第1斜行部31b、31c、32b、32cと、スロット2の内部に収納配置される内部導体部31d、31e、32d、32eと、スロット2の外に突出して配置される第2斜行部31f、31g、32f、32gが、

ターン部31a、32aから他端側に向かって順に形成されている。第2斜行部31f、31g、32f、32gの端部は、後述する捻り治具の保持部により保持される被保持部31h、31i、32h、32iであり、この被保持部31h、31i、32h、32iの径方向角部のうちの一方に、面取り部31j、32jが形成されている。なお、ターン部31a、32aと第1斜行部31b、31c、32b、32cが第1外部導体部を構成し、第2斜行部31f、31g、32f、32gと被保持部31h、31i、32h、32iが第2外部導体部を構成する。

【0041】ここで、セグメント製造工程について、図2に基づいて説明する。なお、両セグメント31、32の製造工程は同一であるので、小セグメント32の製造工程についてのみ説明する。まず、例えば銅よりなる線材をU字状に曲げ（図2の破線の状態）、次にターン部32aの両側の片を、符号Aで示すようにターン部32a近傍で逆方向に捻り、さらに、両側の片を中間部で曲げて図2の実線の形状に整形して、セグメント製造工程が終了する。従って、セグメント製造工程終了時点では、内部導体部32d、32eと第2斜行部32f、32gと被保持部32h、32iは直線状になっている。また、その直線部は外層側の方が長くなっている。

【0042】上記のように整形された各セグメント31、32は、小セグメント32のターン部32aが大セグメント31のターン部31aに囲まれるようにして揃えられて、外層側内部導体部31e、32eはスロット2の奥側に位置するように、内層側内部導体部31d、32dはスロット2の開口側に位置するように、スロット2内に2本同時に挿入される。1本のセグメントについて見ると、外層側内部導体部と内層側内部導体部とは、所定磁極ピッチT（本実施形態では3スロット）離れたスロット2に挿入される。即ち、大セグメント31の外層側内部導体部31eと内層側内部導体部31dとは、所定磁極ピッチT離れたスロット2に挿入され、同様に小セグメント32の外層側内部導体部32eと内層側内部導体部32dとは、所定磁極ピッチT離れたスロット2に挿入される。このようにして、各スロット2にセグメント31、32を挿入することにより、セグメント31、32は、図4に示されるように、1つのスロット2内の径方向に4層をなして1列に配置される。

【0043】前述のように、内部導体部31d、31e、32d、32eと第2斜行部31f、31g、32f、32gと被保持部31h、31i、32h、32iの長さを、セグメント製造時に外層側の方が長くなるようにしているため、各セグメント31、32をスロット2に挿入した際（捻り工程前）には、図5に破線で示すように、被保持部31h、31i、32h、32iにおけるステータコア1の軸方向（以下、コア軸方向という）の端面31k、31m、32k、32mからステ

ータコア1の端部までの突出高さH1~H4は、外層側ほど高くなる。

【0044】この突出高さH1~H4は、図5に実線で示すように捻り工程後における突出高さhを各層とも等しくした場合に、各層ともステータコア1の周方向（以下、コア周方向という）に同一角度捻る場合において第2斜行部31f、31g、32f、32gの各層間の長さが異なってくる（外層側ほど長くなる）点を考慮して設定している。

【0045】各スロット2に電気導体3を配置した後、詳細を後述するステータコイル捻り装置（捻り手段）5によって、スロット2の一端より出たセグメントの直線部がコア周方向に捻られ、より詳細には、各層が交互に逆向きに半磁極ピッチ（ $T/2$ ）捻られる。即ち、本実施形態では、外層側から1層目、3層目の電気導体3は、端面31k、31m、32k、32m側から見て時計回り方向に1.5スロット捻られ、2層目、4層目の電気導体3は反時計回り方向に1.5スロット捻られる。この各層の捻りの向きは、ステータコア1全周に渡って同一であり、従って、各層内では全周にわたり同一方向に電気導体3が傾斜している。

【0046】各電気導体3をコア周方向に捻った後、外層側から1層目と2層目の隣接した端部（被保持部）どうし、並びに3層目と4層目の隣接した端部（被保持部）どうしが、TIG溶接、ロー付け、抵抗溶接、電子ビーム溶接、レーザー溶接、半田付け等により、電氣的導通を得るように接合され、3相のステータコイルが形成される。

【0047】次に、スロット2より出た電気導体3の直線部をコア周方向に捻るステータコイル捻り装置5について、図6から図10に基づいて説明する。図6はステータコイル捻り装置5の模式的な縦断面図、図7は図6におけるB-B断面矢視図である。

【0048】ステータコイル捻り装置5は、ステータコア1の下端側外周部を受けるワーク受け51、ステータコア1の径方向の動きを規制して保持するクランパ52、ステータコア1の浮き上がりを防止するワーク押さえ53、ステータコア1の一端から出た電気導体3の直線部を捻るための捻り整形部54、捻り整形部54に連結されたシャフト551~554、シャフト551~554を介して捻り整形部54をコア周方向に回転する周方向駆動部561~564、シャフト551~554を介して捻り整形部54をコア軸方向に移動するための軸方向駆動部571~574、及び周方向駆動部561~564と軸方向駆動部571~574とを制御するコントローラ58を備えて構成されている。なお、周方向駆動部561~564および軸方向駆動部571~574は、例えばサーボモータを駆動源とする。

【0049】捻り整形部54は、同心状に配置された4つの円筒状の捻り治具541~544を備えている。各

捻り治具541~544は、周方向駆動部561~564によりコア周方向に独立に回転可能である。また、4つの捻り治具541~544は、軸方向駆動部571~574により独立に昇降可能となっている。

【0050】図7に示すように、各捻り治具541~544の先端面には、電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iが挿入される保持部541b~544bが穿設されている。この保持部541b~544bはステータコア1に形成されたスロット2と等しい数だけ、各捻り治具541~544の周方向に並べて形成されている。また、この保持部541b~544bは、断面が略コの字状の穴で、4つの保持部541b~544bの穴深さは等しくなっている。

【0051】この保持部541b~544b間には、径方向に隣接する保持部541b~544bの連通を防止するための隔壁541c~544c、542d、543dが設けられている。なお、この隔壁541c~544c、542d、543dの厚みは、1層目と2層目との間の隔壁541c、542cで形成される間隔d1及び3層目と4層目との間の隔壁543c、544cで形成される間隔d3よりも、2層目と3層目との間の隔壁541d、542dで形成される間隔d2が大きくなるように設定されている。

【0052】次にステータコイル捻り装置5の作動について説明する。スロット2内に電気導体3が配置されたステータコア1は、ワーク受け51にセットされる。そして、ステータコア1の外周部がクランパ52によって固定される。その後、ワーク押さえ53でステータコア1の上部及び大セグメント31のターン部31aを押さえることにより、ステータコア1及び電気導体3の上下方向の動きを規制する。そして、この時点では、突出高さH1~H4は外層側ほど高くなっている。一方、被保持部31h、31i、32h、32iの各端面31k、31m、32k、32mと捻り治具541~544の各先端面との間隔が等しくなるように、捻り治具541~544の先端面は、図6に示すように外層側ほど低い位置に設定されている。

【0053】クランパ52及びワーク押さえ53によりステータコア1が固定された後、軸方向駆動部571~574によって捻り治具541~544が上昇され、各捻り治具541~544に形成された保持部541b~544bに、後に接合に供される電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iが挿入される。この際、被保持部31h、31i、32h、32iの端面31k、31m、32k、32mが、保持部541b~544bの底部に当たる位置まで、捻り治具541~544が上昇される。なお、被保持部31h、31i、32h、32iには面取り部31j、32jが形成されているため、溶接の品質を安定させることができるとともに、被保持部31h、31i、32h、32iを保持部

541b~544bにスムーズに挿入することができる。

【0054】電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iが捻り治具541~544の保持部541b~544bに挿入された後、捻り治具541~544は周方向駆動部561~564と軸方向駆動部571~574とにより、回動並びに昇降される。なお、捻り治具541~544の昇降は全てが同時に行われるが、昇降量は各捻り治具541~544毎に異なる。また、捻り治具541~544の回動に関しては、外層側から1層目と3層目の捻り治具541、543が図7において時計回り方向に同位相だけ回動し、外層側から2層目と4層目の捻り治具542、544が図7において反時計回り方向に同位相だけ回動する。

【0055】図8は、捻り治具541~544の昇降と回動との関係を示す図である。まず、コントローラ58は、所定の角度 $\theta 1$ までは、捻り治具541~544の回動のみを行うように周方向駆動部561~564を制御する。この所定角度 $\theta 1$ の回動により、スロット2の出口部分及び保持部541b~544bの入口部分の電気導体3に曲げRがつけられる。

【0056】その後、周方向駆動部561~564と軸方向駆動部571~574とをコントローラ58により制御して、電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iが円弧状の軌跡を描くように捻り治具541~544を回動させながら上昇させる。この際、各捻り治具541~544の回動に伴う各被保持部31h、31i、32h、32i毎の軌跡に対応するように、各捻り治具541~544が独立に昇降する。この円弧状の軌跡を描く捻りは、スプリングバックによる電気導体3の変形を防止するため、半磁極ピッチ($T/2$)である規定の角度 $\theta 3$ を越えて角度 $\theta 2$ まで行われる。また、捻り治具541~544は、各捻り治具541~544毎に設定されたコア軸方向の規定の昇降ストローク $S1 \sim S4$ (図5参照)を越えて駆動される。

【0057】その後、前工程と逆向きの回動と下降をすることにより、規定の角度 $\theta 3$ 、規定の昇降ストローク $S1 \sim S4$ の位置まで、同じ軌跡上を戻す。このようにして、電気導体3の捻りを終了し、捻り治具541~544を下降して捻り治具541~544の保持部541b~544bから電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iを外す。電気導体3が外された捻り治具541~544は周方向駆動部561~564によって回動され、原位置に戻される。

【0058】次いで、クランプ52及びワーク押さえ53が外され、図5および図9に示されるような、捻り工程後の突出高さhが各層とも等しく、かつ電気導体3に捻りが加えられた状態のステータが取り出される。この後、隣りあう被保持部31h、31i、32h、32iを接合して所要のターン数をもった3相のステータコイ

ルが形成される。

【0059】なお、以上に述べたステータ製造方法は、図10の流れ図に示されている。

【0060】すなわち、図2に実線で示す形状の電気導体3を製造するセグメント製造工程と、ステータコア1を板材の積層により製造するステータコア製造工程との後、ステータコア1に複数の電気導体3を軸方向から挿入する挿入工程が行われ、次いで上述の捻り工程が行われ、さらに電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iを接合する接合工程が行われる。

【0061】挿入工程では、ステータコア1のスロット2内に複数の電気導体3が規則的に挿し込まれる。なお、この挿入工程では、予め電気導体3を配列してからステータコア1に挿入する方法と、電気導体3を順にステータコア1に挿入する方法とを選択することができる。

【0062】捻り工程は、電気導体3付きのステータを図6の装置に装着し、電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iを捻り治具541~544の保持部541b~544bに挿入して、捻り加工前の準備を行う装着工程と、図8にその動作が示される整形工程と、整形されたステータを取り出す取出工程とを含んでいる。

【0063】ここで、整形工程は、電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iを周方向に所定の角度 $\theta 1$ まで回動させて電気導体3を倒し、続いて電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iを規定の角度 $\theta 3$ および規定の昇降ストローク $S1 \sim S4$ まで変位させて電気導体3を深く傾ける曲げ工程と、さらに規定の角度 $\theta 3$ および規定の昇降ストローク $S1 \sim S4$ を越えて電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iを周方向ならびに軸方向に変位させて電気導体3を過剰に深く傾ける過剰曲げ工程と、電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iを規定の角度 $\theta 3$ および規定の昇降ストローク $S1 \sim S4$ まで戻す戻し工程とを含んでいる。

【0064】本実施形態では、捻り治具541~544はステータコア1に対して、コア周方向だけでなくコア軸方向にも相対移動可能となっている。即ち、捻り治具541~544がステータコア1に対して3次元的に移動可能である。しかも、4つの捻り治具541~544は独立に昇降可能となっている。これにより、捻り工程後の各層の電気導体3の形状を、種々の要求に合致した所望の形状にすることが可能である。

【0065】例えば、捻り治具541~544を各層とも同一角度だけ所定の方向に回動させた場合、捻り治具541~544の回動に伴う被保持部31h、31i、32h、32iのコア周方向移動量が外層側ほど多くなることを考慮して、捻り工程前の突出高さ $H1 \sim H4$ を外層側ほど高くしておき、また、捻り治具541~54

4の昇降ストロークS1～S4を各層毎に設定することにより、捻り工程後における突出高さhを各層とも等しくすることが可能である。そして、捻り工程後の突出高さhを各層とも等しくすることにより、隣りあう被保持部31h、31i、32h、32iの接合を、容易かつ確実に行うことができる。

【0066】また、捻り治具541～544がステータコア1に対して3次的にかつ独立に移動可能であるため、電気導体3において、スロット2の出口部分から保持部541b～544bの入口部分までの長さ、すなわち各第2斜行部31f、31g、32f、32gの長さを一定に保つように、電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iを変位させることができる。従って、電気導体3の被保持部31h、31i、32h、32iが捻り治具541～544の保持部541b～544bから抜け出るのを防止することができ、電気導体3における被保持部31h、31i、32h、32i以外の部分に傷が付くのを防止することができる。

【0067】また、各捻り治具541～544の回転に伴う各被保持部31h、31i、32h、32i毎の軌跡に対応するように、各捻り治具541～544が独立に昇降するため、被保持部31h、31i、32h、32iが保持部541b～544b内で動くのを防止でき、従って、被保持部31h、31i、32h、32iに傷が付くのを防止することができる。特に、被保持部31h、31i、32h、32iにおいて、保持部541b～544bの開口部に対応する部位に傷が付くのを防止することができる。

【0068】また、4つの保持部541b～544bの深さを等しくし、被保持部31h、31i、32h、32iの端面31k、31m、32k、32mを保持部541b～544bの底部に当てることにより、各被保持部31h、31i、32h、32iのコア軸方向長さL（図5参照）を等しくし、かつ接合に必要な長さを確保することができる。

【0069】また、本実施形態では、各捻り治具541～544は周方向に独立に回転可能である。従って、スロット2内においてステータコア径方向位置の異なる複数の層に対して、最適な捻りを加えることが可能となる。

【0070】また、各捻り治具541～544は周方向のいずれの方向にも回転可能であるので、半磁極ピッチ以上回転させてから半磁極ピッチの位置まで戻すことが可能である。これにより、コイルのスプリングバックによる変形を防止することが可能となる。

【0071】また、本実施形態では、隔壁541c～544c、542d、543dの厚みは、1層目と2層目との間の隔壁541c、542c及び3層目と4層目との間の隔壁543c、544cよりも、3層目と4層目との間の隔壁541d、542dが大きくなるように設

定されている。1層目と2層目および3層目と4層目とをそれぞれ逆方向に半磁極ピッチ回転すると、1層目と2層目および3層目と4層目の電気導体3が互いに接近する。一方、2層目と3層目の保持部542b、543bは隔壁542d、543dの厚みが大きく設定されているため、2層目と3層目の電気導体3の間の隙間は大きくなる。これにより、接合するセグメント間、即ち1層目と2層目並びに3層目と4層目のセグメント間は接近させることができ、また、接合しない3層目と4層目のセグメント間は隙間を大きくして、接合工程を容易にすることができる。

【0072】なお、本実施形態では、外層側から1層目と3層目の捻り治具541、543が図7において時計回り方向に同位相だけ回転し、外層側から2層目と4層目の捻り治具542、544が図7において反時計回り方向に同位相だけ回転するようにしたが、各捻り治具541～544を上記実施形態と反対方向に回転させて電気導体3を捻っても、同様にステータコイルを形成することが可能である。

【0073】また、捻り治具541～544を交換することで、各種ステータに対応することができる。例えば、36スロットのステータに限らず、48、84、96といった、より多いスロット数をもったステータに対しても、捻り治具541～544の交換により対応することができる。

【0074】（第2実施形態）図11は第2実施形態を示すもので、この図11はセグメントをステータコアの外周側から見た図であり、破線は捻り工程前のセグメント形状を示し、実線は捻り工程後のセグメント形状を示している。なお、図示および説明を省略した部分は、第1実施形態と同じである。

【0075】本実施形態では、捻り工程前の突出高さHは各層とも等しくなっている。次に、捻り工程前の被保持部31h、31i、32h、32iからステータコア1の端部までのコア軸方向の被保持部距離LH、および被保持部31h、31i、32h、32iのコア軸方向の長さLが、各層とも等しくなるようにして、被保持部31h、31i、32h、32iを保持する。

【0076】次に、捻り治具541～544を各層とも同一角度だけ所定の方法に回転させると共に、捻り治具541～544の回転に伴う各被保持部31h、31i、32h、32i毎の軌跡に対応するように、各捻り治具541～544を独立に昇降させる。この結果、捻り工程後における突出高さh1～h4は外層側ほど低くなっている。

【0077】次いで、被保持部31h、31i、32h、32iをCの位置で切断することにより、すなわち端面31k、31m、32k、32m側の除去加工を行うことにより、各層の突出高さを全て等しくしている。

【0078】本実施形態によれば、捻り工程後における

被保持部31h、31i、32h、32iのコア軸方向の位置が各層毎に異なるため、ステータコア1の内周側から見た場合の、各層の第2斜行部31f、31g、32f、32gの非重なり部分が増加する。一方、一般的な交流発電機では、冷却風がステータコア1の内周側から外周側に向かって径方向に流れるようになっている。従って、各層の第2斜行部31f、31g、32f、32gの非重なり部分が増加したことにより、各層の第2斜行部31f、31g、32f、32gに冷却風が当たりやすくなり、電気導体3の冷却性を向上することができる。

【0079】また、捻り工程後の端面31k、31m、32k、32m側の除去加工により、各層の突出高さを全て等しくしているため、隣りあう被保持部31h、31i、32h、32iの接合を、容易かつ確実に行うことができる。

【0080】（第3実施形態）図12は第3実施形態を示すもので、この図12はセグメントをステータコアの外周側から見た図であり、破線は捻り工程前のセグメント形状を示し、実線は捻り工程後のセグメント形状を示している。なお、図示および説明を省略した部分は、第1実施形態と同じである。

【0081】本実施形態では、捻り工程前の突出高さHは各層とも等しくなっている。次に、捻り工程前の被保持部31h、31i、32h、32iからステータコア1の端面までのコア軸方向の被保持部距離Lh1～Lh4が、外層側ほど長くなるようにして、被保持部31h、31i、32h、32iを保持する。次いで、捻り治具541～544を各層とも同一角度だけ所定方向に回転させると共に、捻り治具541～544の回転に伴う各被保持部31h、31i、32h、32i毎の軌跡に対応するように、各捻り治具541～544を独立に昇降させる。

【0082】ここで、捻り工程後における被保持部距離Lh1～Lh4が各層とも等しくなるように、捻り工程前の被保持部距離Lh1～Lh4を外層側ほど長くし、また、捻り治具541～544の昇降ストロークS1～S4を各層毎に設定している。この結果、捻り工程後における突出高さh1～h4は外層側ほど低くなっている。

【0083】次いで、被保持部31h、31i、32h、32iをCの位置で切断することにより、各層の突出高さを全て等しくしている。このように、捻り工程後の各層の突出高さを全て等しくすることにより、隣りあう被保持部31h、31i、32h、32iの接合を、容易かつ確実に行うことができる。

【0084】（第4実施形態）図13は第4実施形態を示すもので、この図13はセグメントをステータコアの外周側から見た図であり、破線は捻り工程前のセグメント形状を示し、実線は捻り工程後のセグメント形状を示

している。なお、図示および説明を省略した部分は、第1実施形態と同じである。

【0085】本実施形態は、第3実施形態における被保持部31h、31i、32h、32iの保持方法を変更したものである。

【0086】本実施形態では、各捻り治具541～544は、それぞれ2つの筒状体を二重円筒状に配置して構成されており、保持部541b～544bの底部に被保持部31h、31i、32h、32iの端面31k、31m、32k、32mが当たる位置まで、保持部541b～544b内に被保持部31h、31i、32h、32iを挿入した後、各捻り治具541～544毎の2つの筒状体を相対的に回転させることにより、被保持部31h、31i、32h、32iにおけるコア周方向の両側面を挟み込んで保持するようにしている。

【0087】また、捻り工程前の被保持部距離Lh1～Lh4を外層側ほど長くするために、保持部541b～544bの穴深さを外層側ほど浅くしている。

【0088】本実施形態では、捻り工程前の突出高さHは各層とも等しくなっている。次に、上記のように被保持部31h、31i、32h、32iにおけるコア周方向の両側面を挟み込んで保持し、次いで、捻り治具541～544を各層とも同一角度だけ所定方向に回転させると共に、捻り治具541～544の回転に伴う各被保持部31h、31i、32h、32i毎の軌跡に対応するように、各捻り治具541～544を独立に昇降させる。ここで、捻り工程後における被保持部距離Lh1～Lh4が各層とも等しくなるように、捻り工程前の被保持部距離Lh1～Lh4を外層側ほど長くし、また、捻り治具541～544の昇降ストロークS1～S4を各層毎に設定している。

【0089】本実施形態によれば、被保持部31h、31i、32h、32iの端面31k、31m、32k、32mおよび被保持部31h、31i、32h、32iにおけるコア周方向の両側面を拘束した状態で捻り工程を実行するため、捻り工程中に被保持部31h、31i、32h、32iが保持部541b～544b内で滑るのを防止でき、従って、被保持部31h、31i、32h、32iに傷が付くのを防止することができる。

【0090】（第5実施形態）図14は第5実施形態を示すもので、この図14はステータコイル捻り装置5の模式的な縦断面図である。なお、図示および説明を省略した部分は、第1実施形態と同じである。

【0091】第一実施形態では、軸方向駆動部571～574の駆動源として、例えばサーボモータを用い、捻り工程中の捻り治具541～544のコア軸方向位置を、軸方向駆動部571～574とコントローラ58によって能動的に決定したが、本実施形態では、捻り治具541～544の回転に伴う各被保持部31h、31i、32h、32iのコア軸方向変位に追従して（すな

わち、受動的に)、捻り治具541～544がコア軸方向に移動するようにしている。

【0092】本実施形態の軸方向駆動部59は、シャフト551～554を介して、捻り治具541～544を捻り治具毎に独立してコア軸方向に付勢するばね591～594と、このばね591～594の一端を支持するばね受け595とから構成されている。

【0093】次に、本実施形態の捻り工程について簡単に説明する。まず、ばね受け595を適宜手段により下降させて捻り治具541～544を下降させ、ステータコア1をワーク受け51にセットする。

【0094】次いで、ばね受け595を上昇させて捻り治具541～544を上昇させることにより、保持部541b～544bに被保持部31h、31i、32h、32iが挿入される。この際、捻り治具541～544は、保持部541b～544bの底部が被保持部31h、31i、32h、32iの端面31k、31m、32k、32mに当たった位置で停止し、この捻り治具541～544の停止ばね受け595をさらに上昇させて、ばね591～594を所定量圧縮させる。

【0095】次に、捻り治具541～544を周方向駆動部561～564により回転させて被保持部31h、31i、32h、32iをコア周方向に変位させる。この際、被保持部31h、31i、32h、32iは、コア周方向の変位に伴ってコア軸方向にも変位する。そして、捻り治具541～544はばね591～594によって付勢されているので、被保持部31h、31i、32h、32iのコア軸方向の変位に追従して、捻り治具541～544がコア軸方向に移動する。

【0096】本実施形態によれば、捻り治具541～544の回転に伴う各被保持部31h、31i、32h、32iのコア軸方向変位に追従して捻り治具541～544がコア軸方向に移動するため、被保持部31h、31i、32h、32iが保持部541b～544b内で動くのを防止でき、従って、被保持部31h、31i、32h、32iに傷が付くのを防止することができる。

【0097】(他の実施形態) 上記各実施形態ではU字状のセグメントを用いたが、本発明はI字状のセグメントを用いたステータにも適用することができる。

【0098】また、本発明は車両用交流発電機以外のステータの製造方法にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態のセグメントの挿入工程を示す斜視図である。

【図2】第1実施形態のセグメントの、セグメント製造工程終了時の形状を示す斜視図である。

【図3】第1実施形態のセグメントの最終形状を示す斜視図である。

【図4】第1実施形態のスロット内におけるセグメントの収容状態を示す断面図である。

【図5】第1実施形態のセグメントの捻り前後の形状を示す側面図である。

【図6】第1実施形態の捻り装置の模式的な縦断面図である。

【図7】図6におけるB-B断面矢視図である。

【図8】第1実施形態の捻り整形部の作動説明図である。

【図9】第1実施形態のセグメント捻り後のステータコイルエンド部の斜視図である。

【図10】第1実施形態の製造手順を示す流れ図である。

【図11】第2実施形態のセグメントの捻り前後の形状を示す側面図である。

【図12】第3実施形態のセグメントの捻り前後の形状を示す側面図である。

【図13】第4実施形態のセグメントの捻り前後の形状を示す側面図である。

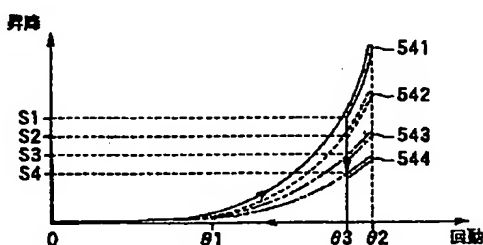
【図14】第5実施形態の捻り装置の模式的な縦断面図である。

【図15】従来のステータ製造方法を示すステータおよび捻り治具の模式図である。

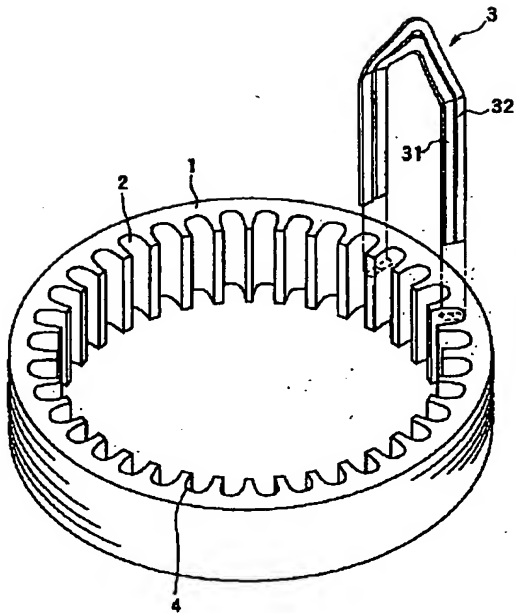
【符号の説明】

1…ステータコア、2…スロット、3…電気導体、31、32…電気導体を構成するセグメント、31f、31g、31h、31i…外部導体部を構成する斜行部、32f、32g、32h、32i…外部導体部を構成する被保持部、5…捻り手段をなすステータコイル捻り装置。

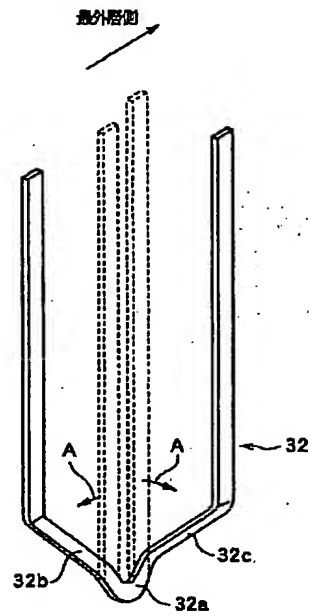
【図8】



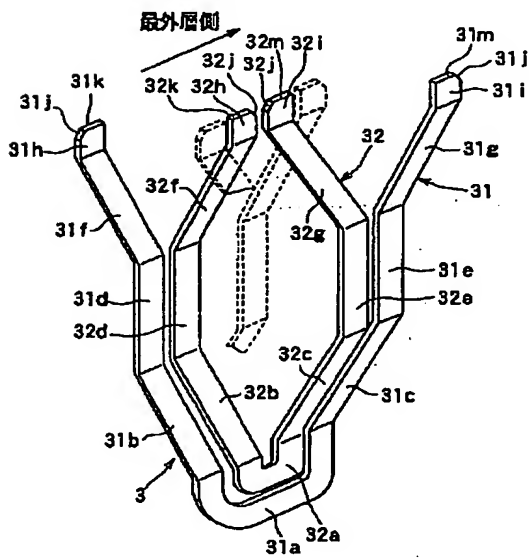
【図1】



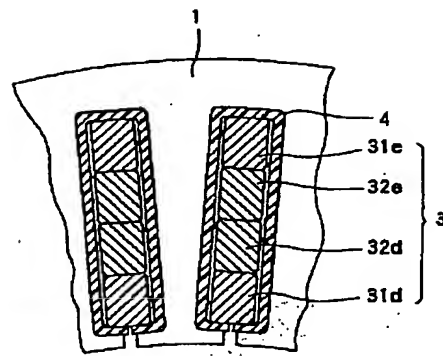
【図2】



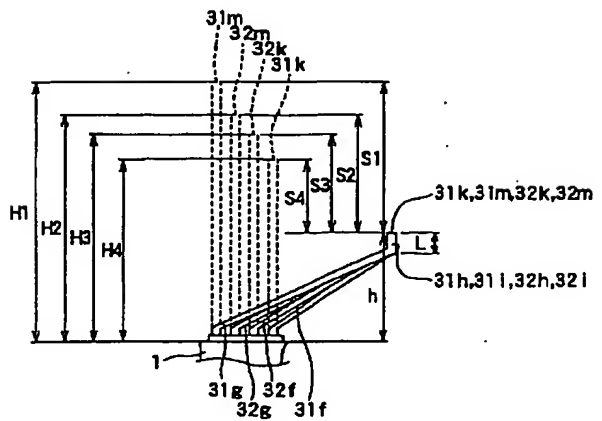
【図3】



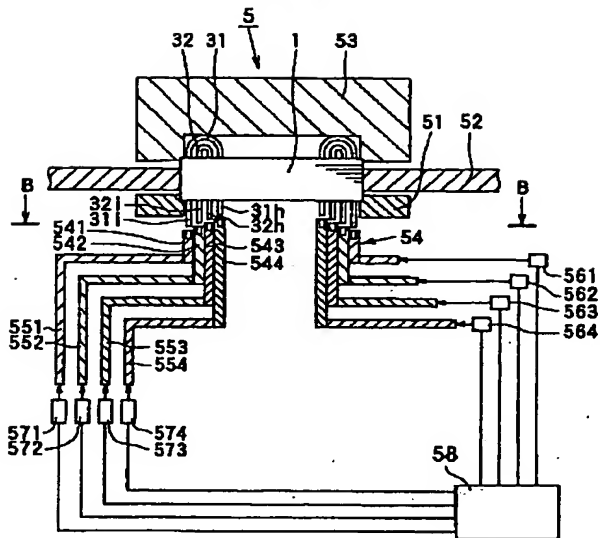
【図4】



【図5】

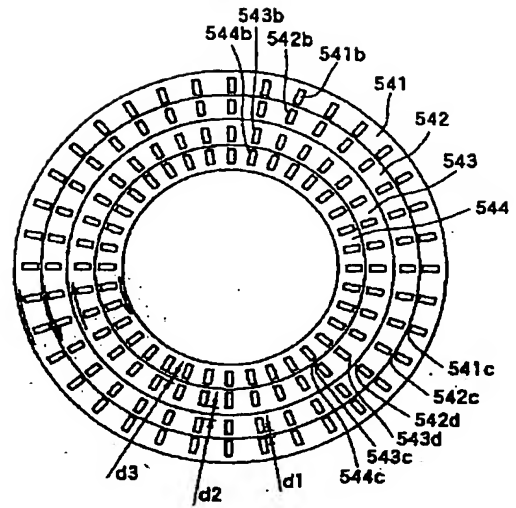


【図 6】

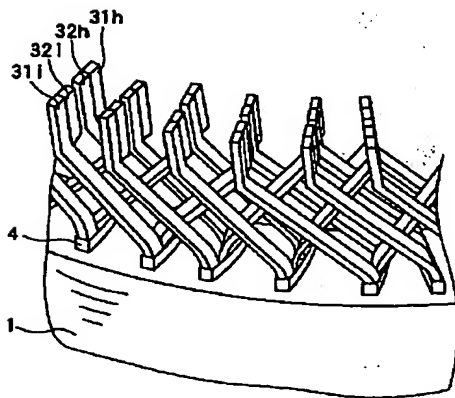


1:ステータコア
5:ステータコイル巻回装置
31, 32:セグメント

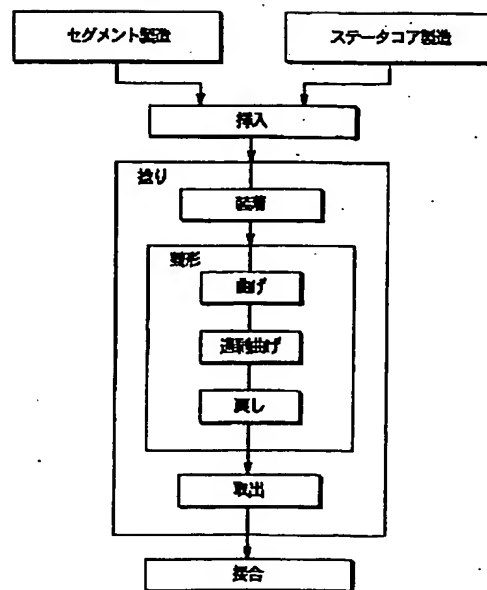
【図 7】



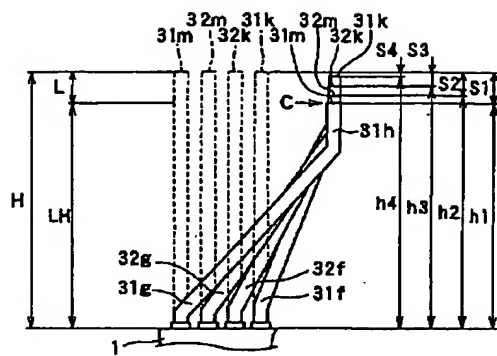
【図 9】



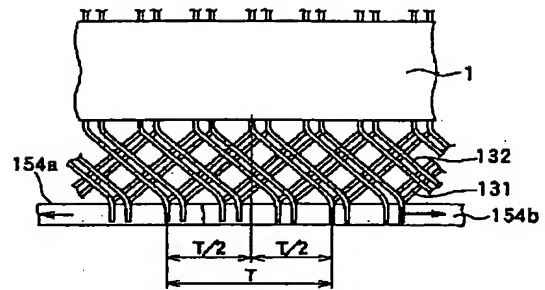
【図 10】



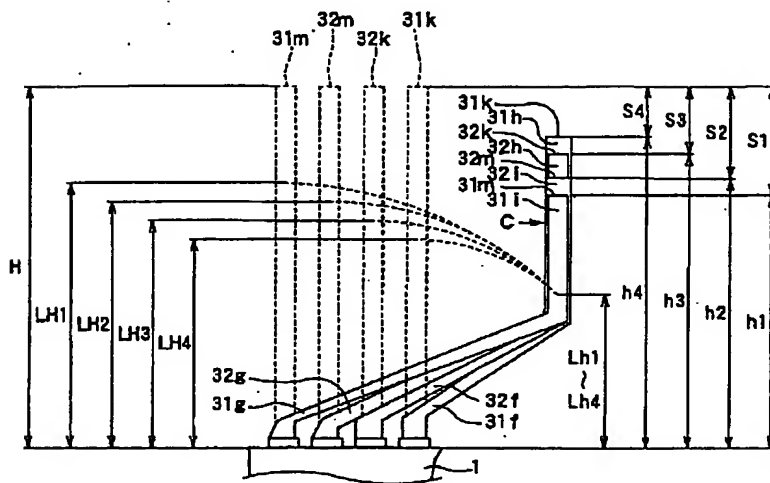
【図11】



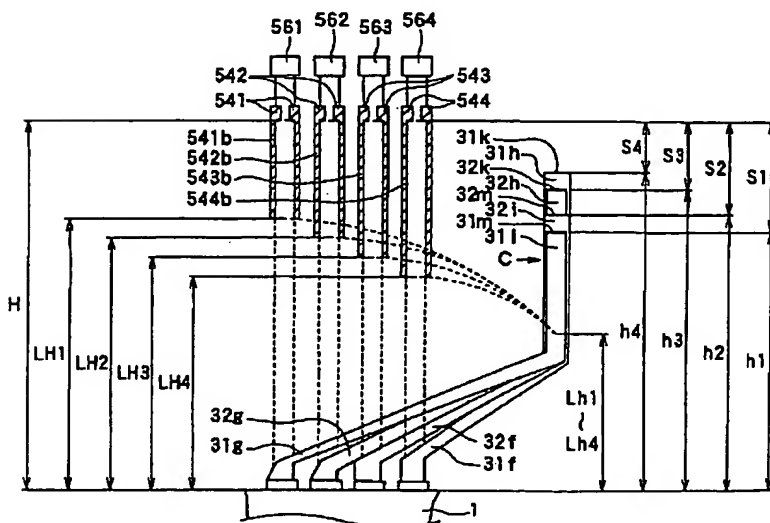
【図15】



【図12】



【図13】



Fターム(参考) 5H615 AA01 BB02 BB07 BB14 PP01
PP14 QQ03 QQ06 QQ11 SS04